Iranian Journal of Animal Science Research
Homepage: http://ijasr.um.ac.ir

Research Paper
Vol. 14, No. 4, Winter 2023, p. 549-563

Effect of Different Levels of Pellet Binder and Poultry by-Product Meal on Performance, Carcass Quality and Serum Parameters of Broiler Chicken

Hasan Reza Choopani[1], Mohsen Mojtahedi[2*], Seyyed Javad Hosseini-Vashan[3], Seyyed Ehsan Ghiasi[2]

Received: 29-10-2021 Revised: 09-04-2022 Accepted: 27-04-2022 Available Online: 27-04-2022	**How to cite this article:** Choopani, H.R., Mojtahedi, M., Hosseini Vashan, S.J., & Ghiasi, S.E. (2023). Effect of different levels of pellet binder and poultry by-product meal on performance, carcass quality and serum parameters of broiler chicken. *Iranian Journal of Animal Science Research,* 14(4), 549-563. DOI: 10.22067/ijasr.2022.73321.1048

Introduction The increase in the cost of the diet, especially the protein part, has caused the desire of producer and researchers to use by-products. The use of animal waste not only reduces the cost of feed but also reduces the entry of contaminants into the environment. Hydrolyzed feathers, meat meal, bone meal, poultry by-product meal (PBM) and fish oil are some of the by-products used in poultry, dairy cattle and other livestock diet. Also, the use of pelleted feed in broiler chicken is increasing, because it produces less dust, improves digestibility, reduces transportation costs, and improves performance indicators such as feed consumption and decrease feed conversion ratio. Sodium bentonite (SB) is one of the substances that has been used as pellet binder in feed. Several studies have evaluated the effects of the addition of SB and had beneficial results on pelleting physical properties such as pellet durability index (PDI) and pellet hardness. Addition of active SB as a pellet binder in wheat-soybean meal-based diets has increased the relative electrical energy usage (REEU) and decreased the feed conversion ratio. However, studies on the use of different levels of PBM and SB as a pellet binder in broiler chicken diets are very limited, the aim of the present study was to investigate the effects of pellet binder levels of SB in diets containing different amounts of PBM on performance, carcass traits and blood metabolites of Ross 308 broiler chickens in finisher period.

Materials and Methods Treatments were assigned in a completely randomized design based on a factorial arrangement of 3 levels of SB conditioning time (0, 1.5 and 3%) × 3 levels of PBM (0, 5 and 10%). Experimental diets were balanced based on Ross 308 recommendations for finisher period (24-42 d) by using UFFDA software. In the present experiment PBM and pellet binder of SB samples were prepared from MegaFaravar Co., Iran. Ingredients of diets were ground through a 2-mm screen size in a hammer mill. All diets mixed in a double-shaft mixer and transferred to super conditioner with 82◦C for 10s, and then pelleted through a 3-mm die. After pelleting of feed produced, 3 replications of each treatment with 3-minute intervals were sampled from the cooler part of the pellet machine. The PDI, hardness test and REEU related to experimental diets was measured. Also, a total of 360 24-day-old male chicks were individually weighted and allocated to 9 treatments of 4 replicates (10 birds in each replication). Feed intake (FI), average daily gain (ADG) and feed conversion ratio (FCR) were recorded. On 42 day, 2 birds per pen were randomly euthanized by cervical dislocation. Carcass characteristics and relative weight of small intestinal segments were measured. Total protein, glucose, albumin, lipoproteins (HDL, LDL) were determined by using autoanalyzer device and commercial kits.

Results and Discussion Addition of 1.5% SB improved and the use of PBM due to its high fat content reduced the quality characteristics of the pellet that due to their strong colloidal properties and giving rise to a thixotropic gelatinous substance. Likewise, different levels of SB as a pellet binder and PBM did not change the ADG and FCR ($P < 0.05$). However, the use of different levels of PBM with and without SB reduced FI

1- M.Sc. of Animal Nutrition, Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, University of Birjand, Birjand, Iran.
2- Assistant Professor, Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, University of Birjand, Birjand, Iran.
3- Associate Professor, Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, University of Birjand, Birjand, Iran.
*Corresponding Author Email: mojtahedi@birjand.ac.ir

(P<0.05). Also, the relative weight of carcass, breast and thigh was not affected by experimental treatments (P <0.05). Abdominal fat increased significantly in the groups receiving PBM (P <0.05). Amino acid imbalances in PBM probably increase deamination and conversion of amino acids to fat. Significant reduction in duodenum and ileum length was observed in the group containing 3% SB and 10% PBM (P <0.05). Also, the level of 10% PBM with and without SB increased the concentration of blood lipids. Blood lipids concentration have a positive correlation with weight and feed as an environmental factor affects its amount.

Conclusion In general, the results of this experiment showed that application of PBM as a source of protein with adequate nutritional value up to 5% without negative effects on performance for use in pelleted diet of broilers at high levels when soybean meal is expensive and or not available, it is possible and useable. Also, commercial sodium bentonite can be used as a pellet binder to increase the quality of pellets up to 1.5%. The need for further studies on the simultaneous use of sodium bentonite as a pellet binder and PBM are recommended to ensure the results obtained in other broiler chicken breeding periods.

Keywords: By-products, Cholesterol, Ileum, Intestinal morphology, Sodium bentonite

نشریه پژوهشهای علوم دامی ایران
Homepage: https://ijasr.um.ac.ir/

مقاله پژوهشی
جلد ۱۴، شماره ٤، زمستان ١٤٠١، ص ٥٦٣-٥٤٩

تأثیر سطوح مختلف پلت‌چسبان و ضایعات کشتارگاهی طیور بر عملکرد، کیفیت لاشه و فراسنجه‌های سرمی جوجه‌های گوشتی

حسن رضا چوپانی[۱]، محسن مجتهدی[۲*]، سید جواد حسینی واشان[۳]، سید احسان غیاثی[۲]

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۸/۰۷
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۲/۰۷

چکیده

اثرات سطوح مختلف پلت‌چسبان بر پایه بنتونیت و پودر ضایعات کشتارگاهی طیور در جیره پایانی جوجه گوشتی نژاد راس ۳۰۸ مورد بررسی قرار گرفت. این آزمایش به‌روش فاکتوریل ۳×۳ بر پایه طرح کاملا تصادفی با ۳۶۰ جوجه خروس در نه تیمار و چهار تکرار و ۱۰ پرنده در هر تکرار انجام شد. عوامل مورد بررسی شامل سه سطح پلت‌چسبان (صفر، ۱/۵ و ۳ درصد) و سه سطح پودر ضایعات کشتارگاهی طیور (صفر، ۵ و ۱۰ درصد) از ۲۵ تا ۴۲ روزگی بود. استفاده از سطوح مختلف پلت‌چسبان و ضایعات کشتارگاهی تغییری در افزایش وزن روزانه و ضریب تبدیل خوراک ایجاد نکرد (P>۰/۰۵)، با این حال استفاده از سطوح مختلف ضایعات کشتارگاهی با و بدون پلت‌چسبان سبب کاهش مصرف خوراک شد (P<۰/۰۵). همچنین وزن نسبی لاشه، سینه و ران تحت تأثیر تیمارهای آزمایشی قرار نگرفت (P>۰/۰۵). چربی حفره شکمی در گروه‌های دریافت‌کننده ضایعات کشتارگاهی به‌طور معنی‌داری افزایش یافت (P<۰/۰۵). کاهش معنی‌دار طول دئودنوم و ایلئوم در گروه حاوی سه درصد پلت‌چسبان و ۱۰ درصد پودر ضایعات کشتارگاهی مشاهده شد (P<۰/۰۵). همچنین سطح ۱۰ درصد پودر ضایعات کشتارگاهی با و بدون پلت‌چسبان سبب افزایش غلظت لیپیدهای خون از قبیل کلسترول و تری‌گلیسرید شد (P<۰/۰۵). به‌طور کلی، یافته‌های این پژوهش نشان داد که افزودن پنج درصد پودر ضایعات کشتارگاهی طیور همراه با ۱/۵ درصد پلت‌چسبان بر پایه بنتونیت موجب بهبود صفات عملکردی، مورفولوژی روده و برخی فراسنجه‌های سرمی می‌شود.

واژه‌های کلیدی: ایلئوم، بنتونیت سدیم، کلسترول، محصولات فرعی، مورفولوژی روده

مقدمه

رندرینگ (Rendering) به مجموعه‌ای از عملیات، امکانات و ماشین‌آلات اطلاق می‌شود که می‌تواند محصولات جانبی حیوانات (شامل گوشت، استخوان، خون، سم، پر و سایر بافت‌ها) را از نظر فیزیکوشیمیایی به فرآورده‌های متراکم با ارزش غذایی بالا تبدیل کند (Meeker and Meisinger, 2015). خوراک‌های فرعی حیوانی (animal by-product meals) یا ضایعات با منشأ حیوانی اغلب به محصولاتی گفته می‌شود که به‌عنوان ورودی در غذای طیور، حیوانات اهلی از قبیل گاو، خوک و سگ استفاده می‌شود (Mekonnen *et al.*, 2016) استفاده از ضایعات حیوانی نه تنها هزینه تمام شده خوراک را کاهش می‌دهد، بلکه سبب کاهش ورود آلودگی‌ها به محیط زیست نیز می‌شود. تاکنون محصولاتی از قبیل پودر گوشت، پودر استخوان، پودر پر هیدرولیز شده، ضایعات کشتارگاهی طیور پودر ماهی و روغن ماهی در خوراک دام مورد استفاده قرار گرفته است (Meeker and Meisinger, 2015).

پودر ضایعات کشتارگاهی طیور (Poultry by-product meal; PBM) به‌دلیل دارا بودن پروتئین قابل توجه و مقادیر مناسب چربی، می‌تواند نقش مؤثری در تأمین پروتئین و انرژی خوراک طیور ایفا نماید. کیفیت مواد اولیه و نیز شرایط فرآوری از جمله دما و فشار از مهم‌ترین عوامل تأثیرگذار بر ترکیب مواد مغذی و قابلیت هضم این

۱- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد تغذیه دام، گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بیرجند، بیرجند، ایران.
۲- استادیار گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بیرجند، بیرجند، ایران.
۳- دانشیار گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بیرجند، بیرجند، ایران.
(*- نویسنده مسئول: Email: mojtahedi@birjand.ac.ir)
DOI: 10.22067/ijasr.2022.73321.1048

منبع به شمار می‌روند. (Hicks and Verbeek, 2016) . مطالعات بسیاری اثرات سودمند استفاده از PBM در جیره طیور گوشتی را نشان می‌دهد (Cordova-Noboa *et al*., 2018; Çenesiz *et al*., 2020; park *et al*., 2020). افزایش وزن نهایی و مصرف خوراک و همچنین بهبود ضریب تبدیل در جوجه‌های گوشتی دریافت‌کننده PBM در مقایسه با پودر ماهی گزارش شده است (frempong *et al*,. 2019).

همچنین جایگزینی سویا با PBM تغییری در عملکرد جوجه‌های گوشتی در طول دوره پرورش ایجاد نکرده است (frempong *et al*,. 2019). از نظر ارزش غذایی PBM در مقایسه با پودر گوشت و استخوان، ۳۵ درصد پروتئین بیشتر و ۳۹ درصد چربی کمتری دارد که آن را به افزودنی ارزشمند در تغذیه طیور تبدیل می‌کند (Leiva et al., 2018).

یکی از رروش‌های رایج عمل‌آوری خوراک دام و طیور پلت نمودن آن است. استفاده از خوراک پلت شده در جیره جوجه‌های گوشتی به‌دلیل گرد و غبار کمتر، بهبود قابلیت هضم، کاهش هزینه حمل و نقل و نیز بهبود شاخص‌های عملکردی از قبیل مصرف خوراک و ضریب تبدیل رو به افزایش است (Loar and Corzo, 2011). در این زمینه، استفاده از خوراک پلت شده در مقایسه با خوراک آردی سبب افزایش وزن نهایی پرنده و نیز بهبود ضریب تبدیل خوراک شده است (Toroghian and Vakili, 2015). با این حال، نتایج مطالعات مختلف نشان‌دهنده اثرگذاری حرارت، رطوبت اولیه، نوع پروتئین جیره، نوع چربی و نوع پلت‌چسبان مورد استفاده جهت عمل‌آوری بر کیفیت فیزیکی پلت است (Netto *et al*., 2019; Saleh *et al*., 2021).

استفاده از پلت‌چسبان یکی از راهکارهای بهبود کیفیت فیزیکی خوراک‌ها پلت شده به شمار می‌رود. طبق گزارش‌ها استفاده از کلسیم بر پایه لیگنوسولفونات و بنتونیت سدیم به‌عنوان پلت‌چسبان سبب بهبود شاخص پایداری پلت و کاهش تولید خاکه خوراک‌های پلت شده می‌شود (Attar *et al*., 2019; Saleh *et al*., 2021) به‌علاوه اثرات مثبت استفاده از پلت‌چسبان بنتونیت سدیم در جیره طیور گوشتی گزارش شده است (Attar *et al*., 2018; Abbasi Pour *et al*., 2021) افزودن ۱۵ گرم پلت‌چسبان بنتونیت سدیم فعال در کیلوگرم در جیره‌هاجیره‌های بر پایه گندم – سویا سبب افزایش شاخص پایداری پلت (PDI)، افزایش مصرف نسبی انرژی الکتریکی (REEU) و کاهش ضریب تبدیل ماده غذایی شده است (Attar *et al*., 2018; Abbasi Pour *et al*., 2021)؛ با این حال، مطالعات در زمینه استفاده از سطوح مختلف PBM و پلت‌چسبان بنتونیت سدیم در جیره جوجه‌های گوشتی بسیار محدود است و هدف از مطالعه حاضر، بررسی اثرات سطوح پلت‌چسبان در جیره‌هاجیره‌های حاوی مقادیر مختلف ضایعات کشتارگاهی طیور بر عملکرد، اجزای لاشه و متابولیت‌های خونی جوجه‌های گوشتی نژاد راس ۳۰۸ بود.

مواد و روش‌ها

تهیه‌ی نمونه و طرح آزمایشی

آزمایش حاضر در قالب طرح فاکتوریل ۳×۳ بر پایه طرح کامل تصادفی با سه سطح ضایعات کشتارگاهی طیور (صفر، ۵ و ۱۰ درصد) و سه سطح پلت‌چسبان بنتونیت سدیم (صفر، ۱/۵ و ۳ درصد) انجام شد. در آزمایش حاضر، پودر ضایعات کشتارگاهی از کشتارگاه شرکت قاین طیور و نمونه‌نمونه‌ی‌های پلت‌چسبان از شرکت دانش‌بنیان مگافرآور تهیه‌ی شد. جیره‌ها بر پایه ذرت و سویا بر اساس دستورالعمل پرورش سویه تجاری راس و با استفاده از نرم‌افزار UFFDA متعادل گردید (جدول ۱). اجزای جیره پس از آسیاب و عبور از الک با اندازه دو میلی‌متر با استفاده از مخلوط‌کن به دستگاه سوپر کاندیشنر منتقل و به‌مدت ۱۰ ثانیه در دمای ۸۲ درجه سانتی‌گراد قرار گرفتند. پس از تولید خوراک‌های پلت تولید شده (در کارخانه خوراک دام و طیور) از هر تیمار سه تکرار با فواصل زمانی سه دقیقه‌ای از قسمت کولر دستگاه نمونه‌ی گرفته شد. در ادامه شاخص پایداری پلت (PDI) بر اساس روش عبداللهی و همکاران (Abdollahi *et al*., 2013)و با استفاده از دستگاه MEGA pellet tester-MPT110 (ساخت ایران) انجام شد. آزمون سختی با استفاده از روش ذکر شده توسط ویهاس و همکاران (vihas *et al*., 2004) همچنین در فرآیند تولید پلت مصرف نسبی انرژی الکتریکی با استفاده از معادله ۱ محاسبه شد (Payne *et al*., 1994).

معادله (۱)

$$\text{REEU (kWh/ton)} = (A \times V \times \sqrt{3} \times PF)/1000$$

که در آن، A: آمپر موتور دستگاه پلت، V: ولتاژ و PF: ضریب توان ۰/۹۳ است.

جدول ۱- اجزا و ترکیب شیمیایی جیره‌هاجیره‌های آزمایشی (درصد ماده خشک)

Table 1- Ingredients and chemical composition of experimental diets (% of dry matter)

اجزای جیره Diet ingredients	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9
دانه ذرت Corn	60.75	61.49	64.06	61.42	60.24	60.97	60.99	60.95	59.94
کنجاله سویا Soybean meal	27.35	20.95	14.70	28.19	21.66	15.28	28.96	22.51	15.98
سبوس گندم Wheat bran	5.15	6.58	6.52	2.22	5.11	6.51	0.00	2.14	5.07
روغن سویا Soybean oil	3.00	2.50	1.50	3.00	3.00	2.54	3.28	3.00	3.00
ضایعات کشتارگاهی طیور[۱] PBM[1]	0.00	5.00	10.00	0.00	5.00	10.00	0.00	5.00	10.00
بنتونیت Bentonite	0.00	0.00	0.00	1.50	1.50	1.50	3.00	3.00	3.00
دی‌کلسیم فسفات Di-calcium phosphate	1.44	1.31	1.19	1.49	1.34	1.20	1.53	1.39	1.24
کربنات کلسیم Calcium carbonate	1.08	0.92	0.76	1.05	0.91	0.75	1.03	0.88	0.73
بیکربنات سدیم Sodium bicarbonate	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
نمک طعام Salt	0.25	0.21	0.16	0.18	0.21	0.16	0.26	0.21	0.16
ال- لیزین L-Lysin	0.28	0.33	0.38	0.26	0.32	0.37	0.26	0.21	0.16
دی‌ال- متیونین D-L-methionine	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18
ال- ترئونین L-threonine	0.12	0.13	0.15	0.11	0.13	0.15	0.11	0.13	0.14
مکمل ویتامینه- معدنی[۲] Vitamin-mineral supplementl[2]	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
ترکیبات محاسبه شده Calculated compositions									
انرژی متابولیسمی (کیلوکالری/کیلوگرم) Metabolism energy (kcal/kg)	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000
پروتئین خام Crude protein	18.00	18.00	18.00	18.00	18.00	18.00	18.00	18.00	18.00
لیزین Lysine	1.16	1.16	1.16	1.16	1.16	1.16	1.16	1.16	1.16
متیونین + سیستین Methionine + cystine	0.76	0.76	0.76	0.76	0.76	0.76	0.76	0.76	0.76
کلسیم Calcium	0.77	0.75	0.73	0.77	0.75	0.73	0.77	0.75	0.73
فسفر Phosphor	0.22	0.19	0.17	0.22	0.19	0.17	0.22	0.19	0.17
فیبر خام Crude fiber	3.58	3.41	3.14	3.35	3.29	3.13	3.18	3.07	3.00

[۱] پودر ضایعات کشتارگاهی حاوی ۵۲/۲۴ درصد پروتئین، ۲۱/۷۳ درصد چربی خام، ۸/۰۸ درصد خاکستر خام و ۳۸۵۵/۷۱ کیلوکالری بر کیلوگرم ماده خشک بود.

[۲] مکمل ویتامینه- معدنی در هر کیلوگرم جیره حاوی: ۱۰۰ میلی‌گرم منگنز، ۸۵ میلی‌گرم روی ، ۵۰ میلی‌گرم آهن، ۱۰ میلی‌گرم مس، ۰/۱ گرم کبالت ، ۰/۲ گرم سلنیوم، یک میلی‌گرم ید، یک میلی‌گرم آنتی‌اکسیدان، ۹۰۰۰ واحد بین‌المللی ویتامین A، ۱/۸ میلی‌گرم ویتامین B1، ۶/۶ میلی‌گرم ویتامین B2، ۱۰ میلی‌گرم ویتامین B3، ۰/۱ میلی‌گرم ویتامین B4، ۳۰ میلی‌گرم ویتامین B5، ۷۵ میلی‌گرم B9، ۰/۰۱۵ میلی‌گرم ویتامین B12، ۳۶ واحد بین‌المللی ویتامین E.

[1] PBM contained 52.24% protein, 21.73% crude fat, 8.08% crude ash and 3855.71 kcal/kg dry matter.

[2] Vitamin-mineral supplement containing: manganese, 100 mg; zinc, 85 mg; iron, 50 mg; copper, 10 mg; cobalt, 0.1 g; selenium, 0.2 g; iodine, 1 mg; antioxidants, 1 mg; vitamin A, 9000 IU; vitamin B1, 1.8 mg; vitamin B2, 6.6 mg; vitamin B3, 10 mg; vitamin B4, 0.1 mg; vitamin B5, 30 mg; Vitamin B9, 75 mg; vitamin B12, 0.015 mg; vitamin E, 36 IU per kg diet.

در ادامه، تعداد ۳۶۰ قطعه جوجه خروس گوشتی یک‌روزه (سویه راس ۳۰۸) با میانگین وزن ۳۷ گرم به یکی از نه تیمار آزمایشی با چهار تکرار (۱۰ قطعه در هر قفس) اختصاص داده شد. جوجه‌ها در ۲۴ روزگی با میانگین وزن مشابه پس از توزین به‌صورت تصادفی در قفس‌ها توزیع شدند. جیره پایانی با پودر ضایعات کشتارگاهی طیور (صفر، ۵ و ۱۰ درصد) و پلت‌چسبان (صفر، ۱/۵ و ۳ درصد) مخلوط شد. در این آزمایش، صفات عملکردی از قبیل افزایش وزن روزانه، مصرف خوراک، ضریب تبدیل خوراک مورد بررسی قرار گرفت. همچنین در روز پایانی آزمایش دو پرنده از هر واحد آزمایشی (قفس) به‌طور تصادفی انتخاب و پس از ثبت وزن زنده کشتار شدند. پس از پرکنی و تخلیه محتویات بطنی وزن لاشه بدون پوست، سینه، ران، بال و پشت و گردن و پیش معده توسط ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۱ ثبت شد. وزن نسبی اندام‌ها بر حسب درصد وزن زنده مورد بررسی قرار گرفت. نمونه‌ینمونه‌ی‌های خون نیز در حین کشتار از وداج گردن اخذ گردید. در ادامه با استفاده از دستگاه اتوآنالایزر (Geasan chem 200, Italy) و با استفاده از کیت‌های اختصاصی (پارس آزمون) متابولیت‌های خونی از قبیل پروتئین تام، گلوکز، آلبومین و انواع لیپوپروتئین‌ها تعیین شد.

داده‌های حاصل از این آزمایش به‌منظور ثبت و دسته‌بندی وارد نرم‌افزار EXCEL شدند. تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS و با استفاده از رویه خطی عمومی (GLM) انجام شد. همچنین مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون توکی-کرامر (معادله ۲) در سطح احتمال ۰/۰۵ انجام گرفت.

$$Y_{ijk} = \mu + A_i + B_j + (AB)_{ij} + e_{ijk}$$ معادله (۲)

که در آن، Y_{ijk}: مقدار صفت مورد نظر، μ: میانگین کل، A_i: اثر سطح i پودر ضایعات کشتارگاهی طیور، B_j: اثر سطح j پلت چسبان، $(AB)_{ij}$: اثر متقابل پودر ضایعات کشتارگاهی طیور و پلت‌چسبان و e_{ijk}: اثر خطا آزمایش است.

نتایج و بحث

طبق یافته‌های جدول ۲ شاخص پایداری پلت (PDI)، تحت تأثیر افزودن سطوح مختلف پودر ضایعات کشتارگاهی طیور و پلت‌چسبان قرار گرفت ($P<0.05$). به‌طوری‌که استفاده از بنتونیت سدیم (سطح ۱/۵ و ۳ درصد) سبب افزایش این شاخص گردید. همچنین مشخص شد که استفاده از پودر ضایعات کشتارگاهی در خوراک پلت شده سبب کاهش PDI می‌شود و یک رابطه معکوس بین شاخص مذکور و مقدار PBM به چشم می‌خورد. همچنین افزودن سطوح سه درصد بنتونیت سدیم و ۱۰ درصد ضایعات کشتارگاهی کاهش سختی پلت را به همراه داشت. به‌علاوه کاهش نسبی مصرف جریان الکتریکی (REEU) در جیره‌هاجیره‌های حاوی ۱/۵ و ۳ درصد پلت‌چسبان بنتونیت سدیم مشاهده شد. این اثرات متقابل PBM و پلت‌چسبان بر REEU معنی‌دار نبود.

یافته‌های این مطالعه نشان داد که افزودن ۱/۵ درصد بنتونیت سدیم سبب بهبود کیفیت فیزیکی پلت می‌شود. گزارش‌های قبلی نیز اثرات مثبت استفاده از بنتونیت سدیم به‌عنوان پلت‌چسبان را بر کیفیت فیزیکی خوراک‌های پلت شده بر پایه گندم و ذرت نشان می‌دهد (Abdollahi et al., 2013; attar et al., 2017; Abbasi Pour et al., 2021)

در توافق با نتایج آزمایش حاضر در مطالعه عباسی‌پور و همکاران (Abbasi Pour *et al.*, 2021) استفاده از ۱/۵ درصد بنتونیت سدیم فعال در جیره‌هاجیره‌های پلت شده افزایش سختی پلت (۴ در مقابل ۶/۸ کیلوگرم) را به همراه داشته است. همچنین کاهش REEU در جیره‌هاجیره‌های حاوی ۰/۷۵ درصد بنتونیت در مقایسه با سطح صفر این پلت‌چسبان گزارش شده است (Abbasi Pour *et al.*, 2021). مشابه نتایج فعلی، عطار و همکاران (Attar *et* Attar *et al.*, 2018 ; *al.*, 2019) با افزودن ۱۵ گرم بنتونیت سدیم فرآوری شده در کیلوگرم جیره بهبود PDI و سختی خوراک پلت شده را مشاهده کردند. خاصیت کلوئیدی قوی بنتونیت‌ها و ظرفیت بالای نگهداری آب در آن‌ها سبب شده این ماده معدنی به‌عنوان پلت‌چسبان مورد استفاده قرار گیرد؛ زیرا سبب تورم و افزایش حجم چندین برابری در این محصول می‌شود و تولید ماده‌ای ژلاتینی تیکسوتروپیک می‌نماید (Pasha *et al.*, 2008). همچنین عبداللهی و همکاران (Abdollahi *et al.*, 2013) عنوان کردند که افزودن چربی و روغن به جیره‌هاجیره‌های پلت‌شده به‌دلیل کاهش نیروی اصطکاک در منافذ دای سبب کاهش کیفیت پلت می‌شود، که احتمالاً کاهش شاخص پایداری و سختی پلت در سطح ۱۰ درصد PBM ناشی از مقدار بالای چربی در این محصول است.

نتایج مربوط به اثرات سطوح مختلف پلت‌چسبان و پودر ضایعات کشتارگاهی بر افزایش وزن روزانه، مصرف و ضریب تبدیل خوراک در جدول ۳ ارائه شده است. استفاده از پلت‌چسبان (سطوح صفر، ۱/۵ و ۳ درصد) تغییری در افزایش وزن روزانه، مصرف خوراک و ضریب تبدیل غذایی ایجاد نکرد ($P>0.05$). با این حال، افزودن ۱۰ درصد پودر ضایعات کشتارگاهی سبب کاهش معنی‌دار مصرف خوراک و ضریب تبدیل غذایی در مقایسه با گروه فاقد این محصول گردید. در این مطالعه، اثر متقابل بین پلت‌چسبان و پودر ضایعات کشتارگاهی طیور بر مصرف خوراک معنی‌دار بود ($P<0.05$)، به‌طوری‌که بیشترین مصرف خوراک در گروه فاقد پلت‌چسبان و ضایعات کشتارگاهی (۱۸۱/۶۴ گرم در روز) مشاهده شد.

جدول ۲– اثر افزودن بنتونیت سدیم و ضایعات کشتارگاهی طیور بر ویژگی‌های خوراک پلت شده

Table 2- Effect of addition sodium bentonite and PBM on the characteristics of pelleted feed

		سطح Level	شاخص پایداری پلت (درصد) PDI (%)	سختی پلت (درصد) Hardness (%)	REEU (kWh/ton)
اثرات اصلی Main effects	پلت‌چسبان Pellet binder	0	55.05^{b}	2.48^{b}	15.87a
		1.5	60.04^{a}	2.82^{a}	13.22^{b}
		3	61.05^{a}	2.61^{b}	12.98^{b}
	پودر ضایعات کشتارگاهی طیور PBM	0	69.64^{a}	2.98^{a}	14.46
		5	62.37^{b}	2.82^{b}	13.21
		10	44.13^{c}	2.11^{c}	14.09
	خطای استاندارد SEM		1.994	0.042	0.223
	پلت‌چسبان Pellet binder	ضایعات کشتارگاهی PBM			
اثرات متقابل Interactions	0	0	62.96^{abc}	2.73^{bcd}	12.77
	1.5	0	68.13^{ab}	3.06^{ab}	13.39
	3	0	77.83^{a}	3.16^{a}	12.83
	0	5	57.73^{bcd}	2.63^{cd}	13.78
	1.5	5	63.93^{abc}	2.93^{abc}	12.86
	3	5	65.46^{ab}	2.90^{abc}	12.77
	0	10	44.46^{de}	2.10^{e}	13.35
	1.5	10	48.06^{cde}	2.46^{d}	12.92
	3	10	39.86^{e}	1.76^{e}	12.26
	خطای استاندارد SEM		3.454	0.072	0.426
	ارزش معنی‌داری P-value				
	پلت‌چسبان Pellet binder		0.0152	0.0001	0.0451
	پودر ضایعات کشتارگاهی طیور PBM		0.0001	0. 0001	0.0874
	پودر ضایعات کشتارگاهی × پلت‌چسبان PBM × pellet binder		0.0001	0. 0001	0.3441

میانگین‌های هر ستون با حروف غیر مشابه دارای اختلاف معنی‌دار می‌باشند ($P<۰/۰۵$).

[1] Means within same column with different superscripts differ ($P<0.05$).

در یک گزارش، جایگزینی ۷/۵ درصد سویا با PBM در جیره پایانی جوجه‌های گوشتی تغییری در وزن زنده پرندگان ایجاد نکرده است، ولی جوجه‌های دریافت‌کننده PBM وزن نهایی بیشتری در مقایسه با گروه دریافت‌کننده پودر ماهی داشتند (.frempong et al 2019). قشلاق علیایی و همکاران (Geshlog-Olyayee et al., 2011) نیز بیان کردند با افزایش سطح PBM در جیره‌ی مرغ‌های تخم‌گذار مصرف خوراک روزانه کاهش می‌یابد، که با نتایج مطالعه حاضر مطابقت دارد. همچنین مصرف خوراک در جوجه‌های گوشتی دریافت‌کننده سویا (۱۰۸ گرم در روز) در مقایسه با گروه حاوی ۱۰ درصد PBM (۱۰۳ گرم در روز) یکسان گزارش شده است (frempong et al,. 2019). احتمالاً کاهش مصرف خوراک به عدم تعادل اسیدهای آمینه در جیره‌هاجیره‌های حاوی مقادیر بالای PBM مرتبط است (Geshlog-Olyayee et al., 2011). از طرفی، ضریب تبدیل غذایی نیز تحت تأثیر مقدار PBM قرار گرفت. به‌طوری‌که، کمترین مقدار این صفت در گروه دریافت‌کننده ۱۰ درصد PBM بود. به نظر می‌رسد کاهش مصرف خوراک با افزایش سطح PBM دلیل اصلی کاهش ضریب تبدیل غذایی باشد.

علت تفاوت در عملکرد پرندگان دریافت‌کننده PBM احتمالاً به ارزش بیولوژیکی، مقدار انرژی و پروتئین متابولیسمی، نیتروژن فرار کل (TVN) (Ebrahimi et al., 2019) و همچنین عدم تعادل برخی از اسیدهای آمینه ضروری همچون آرژنین، لیزین و تا حدودی تریپتوفان مربوط است (Hasan Zadeh et al., 2014) همچنین کیفیت پایین و خوش‌خوراکی کم این محصول در سطوح بالا به‌عنوان یکی دیگر از اثرات سو PBM بر عملکرد جوجه‌های گوشتی ذکر شده است

(Sahraei *et al*., 2012).

در زمینه استفاده از پلت‌چسبان‌ها در جیره طیور گوشتی و اثرات آن بر عملکرد پرنده نتایج متفاوتی وجود دارد. به‌عنوان مثال، عطار و همکاران (Attar *et al*., 2019) با بررسی سه سطح صفر، ۷/۵ و ۱۵ گرم در کیلوگرم پلت‌چسبان بنتونیت فعال تغییری در افزایش وزن روزانه و مصرف خوراک مشاهده نکردند، که نتایج تحقیق حاضر تأییدکننده این گزارش است. همچنین عملکرد جوجه‌های گوشتی تغذیه شده با پلت‌چسبان بنتونیت سدیم یکسان گزارش شده است (Abbasi Pour *et al*., 2021) ، که نتایج آزمایش حاضر مؤید آن است. همچنین در توافق با نتایج به‌دست‌آمده، استفاده از سطوح صفر، ۰/۷۵ و ۱/۵ درصد تغییری در افزایش وزن روزانه، مصرف خوراک و ضریب تبدیل غذایی جوجه‌های گوشتی در دوره پایانی پرورش نداشته است (Attar *et al*., 2018). با این حال، در یک مطالعه افزودن ۱/۵ درصد بنتونیت سدیم به جیره سبب افزایش ضریب تبدیل غذایی شده است (Attar *et al*., 2019). همچنین استفاده از ۰/۴ درصد لیگنو سولفونات کلسیم به‌عنوان پلت‌چسبان سبب کاهش مصرف خوراک در مقایسه با گروه شاهد شده است، درحالی‌که سطح ۱/۵ درصد پلت‌چسبان کاهش ضریب تبدیل خوراک را به همراه داشته است (Saleh *et al*., 2021).

جدول ۳- اثر سطوح مختلف پودر ضایعات کشتارگاهی طیور و پلت‌چسبان بر عملکرد جوجه‌های گوشتی در دوره پایانی[1]

Table 3- The effect of different levels of PBM and pellet binder on the performance of broilers in the final period[1]

		سطح Level	افزایش وزن (گرم/روز) Weight gain (g/day)	مصرف خوراک (گرم/روز) Feed intake (g/day)	ضریب تبدیل FCR
اثرات اصلی Main effects	پلت‌چسبان Pellet binder	0	85.42	168.29	1.97
		1.5	85.55	162.16	1.90
		3	85.90	162.75	1.89
	پودر ضایعات کشتارگاهی طیور PBM	0	86.08	170.01^{a}	1.97^{a}
		5	87.09	162.82^{b}	1.92^{ab}
		10	83.70	160.37^{b}	1.87^{b}
	خطای استاندارد SEM		1.649	1.968	0.029
	پلت‌چسبان Pellet binder	ضایعات کشتارگاهی PBM			
اثرات متقابل Interactions	0	0	86.91	181.64^{a}	2.09
	1.5	0	85.73	163.82^{b}	1.92
	3	0	85.61	164.55^{b}	1.92
	0	5	87.62	164.03^{b}	1.87
	1.5	5	88.49	163.43^{b}	1.85
	3	5	85.16	161.01^{b}	1.89
	0	10	81.74	159.19^{b}	1.95
	1.5	10	82.43	159.22^{b}	1.93
	3	10	86.94	162.70^{b}	1.88
	خطای استاندارد SEM		2.857	3.409	0.050
	ارزش معنی‌داری P-value				
	پلت‌چسبان Pellet binder		0.9775	0.0693	0.1628
	پودر ضایعات کشتارگاهی طیور PBM		0.3431	0.0051	0.0584
	پودر ضایعات کشتارگاهی × پلت‌چسبان PBM × Pellet binder		0.7458	0.0033	0.1055

[1] میانگین‌های هر ستون با حروف غیر مشابه دارای اختلاف معنی‌دار می‌باشند ($P<0.05$).

[1] Means within same column with different superscripts differ ($P<0.05$).

جدول ٤- اثر سطوح مختلف پودر ضایعات کشتارگاهی طیور و پلت‌چسبان بر راندمان اجزاء لاشه (درصدی از وزن زنده) جوجه‌های گوشتی در دوره پایانی[۱]

Table 4- The effect of different levels of PBM and pellet binder on the efficiency of carcass traits (percentage of live weight) of broiler chickens in the final period[1]

		سطح Level	لاشه Carcass	سینه Breast	ران Thigh
اثرات اصلی Main effects	پلت‌چسبان Pellet binder	0	64.02	25.03	18.99
		1.5	64.10	25.07	18.67
		3	62.96	24.24	18.71
	پودر ضایعات کشتارگاهی طیور PBM	0	64.62	24.40	18.07[b]
		5	63.00	24.25	18.65[b]
		10	63.45	25.70	19.64[a]
	خطای استاندارد SEM		0.282	0.523	0.516
	پلت‌چسبان Pellet binder	ضایعات کشتارگاهی PBM			
اثرات متقابل Interactions	0	0	64.26	24.56	17.96
	1.5	0	65.04	24.51	18.01
	3	0	64.57	24.12	18.25
	0	5	63.63	24.41	19.21
	1.5	5	63.46	24.46	18.52
	3	5	61.92	23.87	18.23
	0	10	64.17	26.14	19.80
	1.5	10	63.80	26.24	19.48
	3	10	62.39	24.72	19.64
	خطای استاندارد SEM		0.894	0.906	0.849
	ارزش معنی‌داری P-value				
	پلت‌چسبان Pellet binder		0.2246	0.4519	0.6846
	پودر ضایعات کشتارگاهی PBM		0.0807	0.1055	0.0009
	پودر ضایعات کشتارگاهی × پلت‌چسبان PBM		0.2816	0.5628	0.3319

[۱]میانگین‌های هر ستون با حروف غیر مشابه دارای اختلاف معنی‌دار می‌باشند (P<۰/۰۵).

[1] Means within same column with different superscripts differ (P<0.05).

بنتونیت سدیم یک رس آلومینوسیلیکاتی سه لایه دارای کاتیون‌های قابل تبادل است و نسبت به سایر رس‌های آلومینوسیلیکاتی ظرفیت بیشتری در جذب آب دارد و در اکثر مطالعات انجام گرفته، بنتونیت سدیم در جهت کاهش اثرات منفی آفلاتوکسین‌ها و مایکوتوکسین‌ها مورد استفاده قرار گرفته و نتایج نیز امیدوارکننده بوده است (Pasha *et al*., 2008). با این حال، اطلاعاتی در زمینه استفاده از این رس سیلیکاتی در جیره‌هاجیره‌های حاوی PBM وجود ندارد و احتمالاً اگر این ماده معدنی در غلظت‌های بالا به جیره‌هاجیره‌های پلت افزوده شود، ممکن است سبب کاهش ارزش غذایی خوراک به‌دلیل کاهش جذب مواد معدنی و ویتامین‌ها و اتصال آن‌ها بهم و عدم تعادل تغذیه‌ای حیوانات گردد (Nadziakiewicza *et al*., 2019).

مقایسه راندمان اجزای لاشه در اثر استفاده از PBM و پلت‌چسبان در جیره‌هاجیره‌های آزمایشی در جدول ۴ نشان داده شده است. براساس نتایج به‌دست‌آمده درصد لاشه و سینه تحت تأثیر افزودن سطوح مختلف پلت‌چسبان و PBM قرار نگرفت (P>۰/۰۵). امّا درصد ران در جیره‌هاجیره‌های حاوی ۱۰ درصد PBM در مقایسه با جیره حاوی صفر و پنج درصد از این محصول افزایش یافت.

در توافق با نتایج تحقیق حاضر، حسن‌زاده و همکاران (Hasan Zadeh *et al*., 2014) افزایش وزن ران جوجه‌های گوشتی در جایگزینی سویا با PBM (به‌مقدار صفر، ۲، ۴، ۶، ۸ و ۱۰ درصد) را گزارش کردند. از طرفی، در یک مطالعه جایگزینی سطوح صفر، ۲۵، ۵۰ و ۷۵ درصد کنجاله سویا با مخلوط پروتئینی حاوی کنجاله کانولا و PBM تغییری در وزن نسبی لاشه قابل‌مصرف، سینه و ران ایجاد

نکـرده اسـت (Izanloo et al., 2021). همچنـین PBM اثـرات مشابهی بر وزن نسبی اجزای لاشه (لاشه، ران و سـینه) در جیـره بـر پایـه ذرت، کنجالـه سـویا و گنـدم داشـته اسـت (Çenesiz et al., 2020)، که نتایج تحقیق حاضر را تأیید مـی‌کنـد. همچنـین در سـایر گزارش‌ها استفاده از بنتونیت سدیم تغییـری در درصـد اجـزای لاشـه ایجاد نکرده است (Abbasi Pour et al., 2021). به‌علاوه جایگزینی ۱۵ درصد کنجاله سویا با PBM تغییـری در وزن لاشـه و ران ایجـاد نکرده است (Hassanabadi et al., 2008)در توجیه این نتایج بیـان شده است که بازده لاشه و درصد سینه جز آن دسته صـفاتی هسـتند که بیشتر تحت تأثیر ژنتیک حیوان قرار می‌گیرند و عوامـل تغذیـه‌ای چنـدان بـر آن‌هـا دخیـل نیسـت (Wang et al., 2014). از طرفـی، یکسان بودن سطح انرژی و پروتئین در این آزمایش می‌تواند منجر به عدم وجود تفاوت معنـی‌دار بـین تیمارهـای آزمایشـی شـود. احتمـال می‌رود دلیل افزایش وزن نسبی ران در سطح ۱۰ درصد PBM نسبت به گروه فاقد این محصول دآمیناسیون اسیدهای آمینه و تبدیل آن‌هـا به چربی باشد. همچنین لیزین به‌عنوان مهم‌ترین عامل بر تولید عضله سینه در جوجه‌های گوشتی گـزارش شـده اسـت (Zampiga et al., 2018) که در این مطالعه، تمامی جیره‌ها از نظر لیزین متعادل بودند و مقدار بنتونیت سدیم استفاده شده نیز اثر منفی بـر جـذب اسـیدهای آمینه و ویتامین‌ها نداشت.

جدول ۵- تأثیر جیره‌های آزمایشی بر وزن نسبی بخش‌های مختلف روده باریک در جوجه‌های گوشتی (گرم به‌ازای کیلوگرم وزن بدن)[۱]

Table 5- The effect of experimental diets on the relative weight of different segments of the small intestine in broiler chicken (g/kg body weight) [1]

		سطح Level	دئودنوم Dedendum	ژژنوم Jejunum	ایلئوم Ileum
اثرات اصلی Main effects	پلت‌چسبان Pellet binder	0	0.69	1.32	1.16[a]
		1.5	0.66	1.25	1.04[b]
		3	0.70	1.23	1.14[ab]
	پودر ضایعات کشتارگاهی طیور PBM	0	0.42	1.42[a]	1.18[a]
		5	0.40	1.33[a]	1.17[a]
		10	0.41	1.06[b]	0.99[b]
	خطای استاندارد SEM		0.015	0.031	0.029
	پلت‌چسبان Pellet binder	ضایعات کشتارگاهی PBM			
اثرات متقابل Interactions	0	0	0.84[a]	1.52[a]	1.29[a]
	1.5	0	0.65[cd]	1.38[ab]	1.07[abc]
	3	0	0.79[ab]	1.35[ab]	1.18[ab]
	0	5	0.64[cd]	1.36[ab]	1.09[abc]
	1.5	5	0.70[cd]	1.37[ab]	1.18[ab]
	3	5	0.75[abc]	1.26[bc]	1.09[abc]
	0	10	0.58[d]	1.08[cd]	1.18[ab]
	1.5	10	0.65[cd]	1.01[d]	1.24[ab]
	3	10	0.57[d]	1.09[cd]	1.11[ab]
	خطای استاندارد SEM		0.027	0.054	0.051
	ارزش معنی‌داری P-value				
	پلت‌چسبان Pellet binder		0.2360	0.1221	0.0112
	پودر ضایعات کشتارگاهی PBM		0.0001	0.0001	0.0001
	پودر ضایعات کشتارگاهی × پلت‌چسبان PBM		0.0001	0.0001	0.0001

[۱]میانگین‌های هر ستون با حروف غیر مشابه دارای اختلاف معنی‌دار می‌باشند (P<۰/۰۵).

[1]Means within same column with different superscripts differ (P<0.05).

در جدول ۵، اثرات سطوح مختلف پلت‌چسبان بنتونیت و PBM بر وزن نسبی بخش‌های مختلف روده باریک نشان داده شده است. با سطح ۱۰ درصد PBM در جیره جوجه‌های گوشتی سبب کاهش معنی‌دار وزن ژژنوم و ایلئوم گردید (P<۰/۰۵). با این حال، تفاوتی بین سطح صفر و پنج درصد PBM مشاهده نشد. همچنین استفاده از سطوح مختلف بنتونیت سدیم به‌عنوان پلت‌چسبان تغییری در وزن ژژنوم و دئودنوم ایجاد نکرد (P<۰/۰۵). ولی سطح سه درصد این رس آلومینوسیلیکاتی سبب کاهش وزن ایلئوم در مقایسه با تیمار فاقد این ماده شد.

تا زمان انجام این آزمایش، هیچ مطالعه‌ای در زمینه اثرات متقابل بین سطوح مختلف پلت‌چسبان بنتونیت سدیم و PBM وجود نداشت. همچنین اطلاعات در خصوص افزودن بنتونیت سدیم و PBM به جیره جوجه‌های گوشتی و بررسی اثرات آن بر قسمت‌های مختلف روده باریک بسیار اندک است. در یک مطالعه، افزودن ۱/۵ درصد بنتونیت سدیم فعال سبب کاهش وزن نسبی دئودنوم (۶/۴۶ گرم بر کیلوگرم وزن بدن) در مقایسه با گروه فاقد این پلت‌چسبان (۷/۵۴ گرم بر کیلوگرم وزن بدن) در جوجه‌های گوشتی در دوره رشد شده است (Attar *et al.*, 2019). همچنین عنوان شده است که افزودن بنتونیت سدیم به‌عنوان پلت‌چسبان به جیره پایانی جوجه‌های گوشتی تغییری در وزن و طول نسبی بخش‌های مختلف روده باریک ایجاد نکرده است (Attar *et al.*, 2018). از طرفی، عباسی‌پور و همکاران (Abbasi Pour *et al.*, 2021) با افزودن ۱/۵ درصد بنتونیت سدیم به جیره تغییری در وزن نسبی دئودنوم در سن ۲۴ روزگی مشاهده نکرد. همچنین وزن نسبی ژژنوم و ایلئوم با افزودن ۱۵ گرم در کیلوگرم خوراک به‌ترتیب ۲۶/۸ و ۲۳/۱ گرم بر کیلوگرم گزارش شده است (Abbasi Pour *et al.*, 2021)، که نتایج مطالعه حاضر تأییدکننده گزارش‌های قبلی است.

همچنین در تضاد با نتایج حاضر حسن‌آبادی و همکاران (Hassanabadi *et al.*, 2008) تغییری در وزن روده خالی با جایگزینی ۱۵ درصد PBM مشاهده نکردند. در بررسی عبداللهی و همکاران (Abdollahi *et al.*, 2010) استفاده از جیره پلت بر پایه گندم یا ذرت تأثیری بر وزن نسبی ژژنوم و ایلئوم در سن ۴۲ روزگی نداشت، ولی وزن نسبی دئودنوم را افزایش داد. همچنین در یک مطالعه، کاهش وزن و طول نسبی دئودنوم و کاهش طول سکوم در جیره‌هاجیره‌های پلت گزارش شده است (Abdollahi *et al.*, 2013). طاهرپرور و همکاران (Taherparvar *et al.*, 2016) نیز تغییری در وزن نسبی اجزای روده باریک مشاهده نکردند، که موافق با نتایج حاضر است. به‌طور کلی کاهش طول و وزن نسبی طول اجزای لوله گوارش نشان‌دهنده بهبود در عملکرد رشد پرنده است (Amerah *et al.*, 2007) که در مطالعه حاضر نیز مشاهده شد. در خصوص علت تغییرات مورفولوژی بخش‌های مختلف روده باریک دو احتمال وجود دارد. اولین دلیل رابطه مستقیم بین فلور میکروبی دستگاه گوارش و سلامت مورفولوژی روده است. در این زمینه افزایش برخی جمعیت‌های باکتریایی از طریق تولید ترکیبات خاص مانند اسیدهای چرب کوتاه زنجیر یا باکتریوسین سبب حذف رقابتی و کاهش بروز عوارض جانبی برخی پاتوژن‌ها مانند کلی‌فرم‌ها می‌شود (Jazi *et al.*, 2017). دومین دلیل می‌تواند قابلیت هضم ظاهری ایلئومی بیشتر و نیز تفاوت پروفایل اسید آمینه‌ای منابع پروتئینی حیوانی در مقایسه با منابع گیاهی باشد (Ravindran *et al.*, 2005) که باعث بهبود مورفولوژی روده شده است.

استفاده از سطوح مختلف پلت‌چسبان بنتونیت سدیم تغییری در چربی حفره شکمی نداشت، ولی افزایش چربی رابطه مستقیمی با افزایش جایگزینی PBM در جیره را نشان داد، که این مسئله در نتایج اکثر مطالعات انجام شده روی PBM به چشم می‌خورد (Zampiga *et al.*, 2018; Izanloo Hassanabadi *et al.*, 2008; *et al.*, 2021). عطار و همکاران (Attar *et al.*, 2017) تغییری در چربی حفره شکمی با افزودن سطوح صفر، ۰/۷۵ و ۱/۵ درصد پلت‌چسبان تجاری جی‌بایند مشاهده نکردند. همسو با نتایج آزمایش حاضر، ایزانلو و همکاران (Izanloo *et al.*, 2021) افزایش معنی‌دار چربی محوطه بطنی در زمان جایگزینی سطوح ۵۰ و ۷۵ درصد مخلوط پروتئینی شامل کنجاله کانولا و PBM را مشاهده کردند. از طرفی، در مطالعه حسن‌آبادی و همکاران (Hassanabadi *et al.*, 2008) افزایش چربی محوطه شکمی در جایگزینی ۱۵ درصد کنجاله سویا با PBM عنوان شده است، که نویسندگان علت آن را از عدم تعادل اسیدهای آمینه در جیره‌هاجیره‌های حاوی مقادیر زیاد PBM ذکر کرده‌اند. از طرفی، گزارش شده است که عدم تعادل اسیدهای آمینه در جوجه‌های گوشتی سبب افزایش دآمیناسیون و تبدیل اسیدهای آمینه به چربی می‌شود (Zampiga *et al.*, 2018).

مقدار تری‌گلسیرید با افزودن سطوح سه درصد بنتونیت سدیم (۵۳/۳۳ میلی‌گرم بر دسی‌لیتر) در مقایسه با گروه فاقد این پلت‌چسبان (۳۰/۵۰ میلی‌گرم بر دسی‌لیتر) افزایش معنی‌داری را نشان داد (P<۰/۰۵). همچنین بیشترین مقدار کلسترول، HDL، LDL و تری‌گلیسرید در گروه دریافت‌کننده ۱۰ درصد PBM مشاهده شد. اثرات متقابل بین PBM و پلت‌چسبان بر چربی‌های سرم خون نیز معنی‌دار بود. به‌طوری‌که غلظت متابولیت‌های چربی در گروه ۳ و ۱/۵ درصد پلت‌چسبان و ۱۰ درصد PBM بیشترین افزایش را نشان داد.

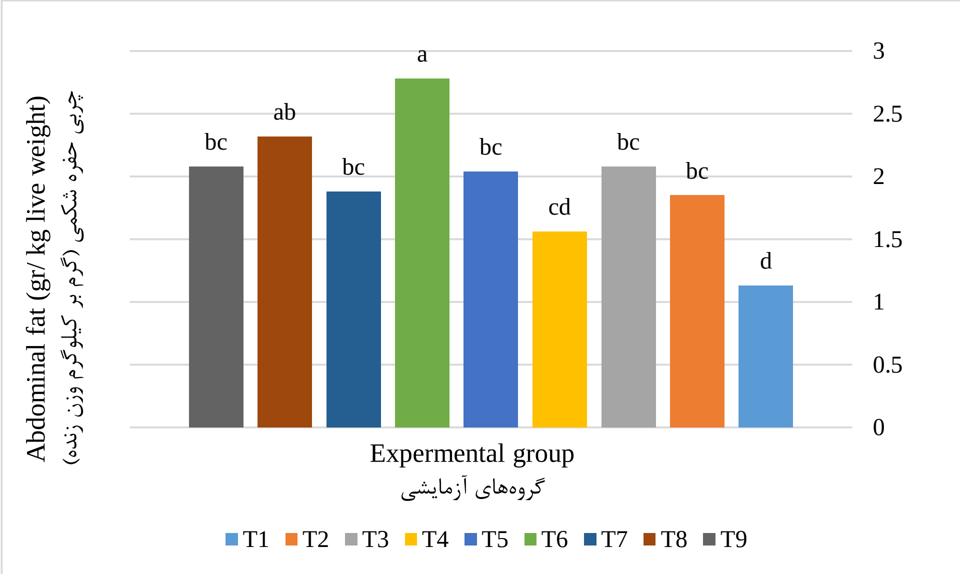


Figure 1 - The effect of experimental treatments on the abdominal cavity test of broilers

شکل ۱– تأثیر تیمارهای آزمایشی بر چربی حفره شکمی جوجه‌های گوشتی

T1 گروه شاهد (فاقد پلت‌چسبان و PBM)، T2 گروه دریافت‌کننده پنج درصد PBM و فاقد پلت‌چسبان، T3 گروه دریافت‌کننده ۱۰ درصد PBM و فاقد پلت‌چسبان، T4 گروه دریافت‌کننده ۱/۵ درصد پلت‌چسبان و فاقد PBM، T5 گروه دریافت‌کننده ۱/۵ درصد پلت‌چسبان و پنج درصد PBM، T6 گروه دریافت‌کننده ۱/۵ درصد پلت‌چسبان و ۱۰ درصد PBM، T7 گروه دریافت‌کننده سه درصد پلت‌چسبان و فاقد PBM، T8 گروه دریافت‌کننده سه درصد پلت‌چسبان و پنج درصد PBM و T9 گروه دریافت‌کننده سه درصد پلت‌چسبان و ۱۰ درصد PBM.

T1 control group (without pellet binder and PBM), T2 group receiving 5% PBM and without pellet binder, T3 group receiving 10% PBM and without pellet binder, T4 group receiving 1.5% pellet binder and without PBM, T5 group receiving 1.5% pellet binder and 5% PBM, T6 group receiving 1.5% pellet binder and 10% PBM, T7 group receiving 3% pellet binder and without PBM, T8 group receiving 3% pellet binder and 5% PBM and T9 group receiving 3% pellet binder and 10% PBM.

حسن‌زاده سیدی و همکاران (Hasan Zadeh Seyedi *et al.*, 2017) با جایگزینی سطوح صفر، ۲، ۴، ۶، ۸ و ۱۰ درصد PBM تغییری در کلسترول، تری‌گلیسرید، HDL و LDL مشاهده نکرد. با این حال، در مطالعه کوردوا–نوا (Cordova-Noboa *et al.*, 2018) کلسترول سرم جوجه‌های دریافت‌کننده PBM در مقایسه با گروه فاقد این منبع پروتئینی افزایش یافت. همچنین استفاده از ۰/۷۵ درصد و ۱/۵ درصد بنتونیت سدیم در جیره جوجه‌های گوشتی تغییری در غلظت HDL و LDL ایجاد نکرده است (Attar *et al.*, 2017) ، که مشابه نتایج آزمایش حاضر است. مکانیسم مشخصی در زمینه افزایش چربی‌های خون با افزودن PBM به جیره یافت نشد. احتمالاً افزایش چربی‌های سرم ناشی از افزایش مقدار چربی PBM باشد که سبب تجمع چربی در کبد و به دنبال آن افزایش غلظت‌های کلسترول، LDL، HDL و تری‌گلیسرید گردیده است. غلظت کلسترول همبستگی مثبتی با وزن داشته و خوراک به‌عنوان یک عامل محیطی بر مقدار آن اثرگذار است و از آن جایی که وزن بدن در تمامی گروه‌های آزمایشی مشابه بود، غلظت کلسترول در پرندگان نیز یکسان بود.

نتیجه‌گیری کلی

از نتایج این آزمایش مشخص شد که استفاده از پودر ضایعات کشتارگاهی طیور به‌عنوان یک منبع پروتئینی با ارزش غذایی مناسب تا سطح پنج درصد بدون اثرات منفی بر عملکرد جهت استفاده در جیره پلت شده جوجه‌های گوشتی در جیره پایانی و در سطوح بالا زمانی که کنجاله سویا گران و یا در دسترس نبود، امکان‌پذیر است. با این حال، سطح ۱۰ درصد در این مطالعه افزایش انواع چربی‌های خون را به همراه داشت. همچنین بنتونیت سدیم تجاری مورد مطالعه تا سطح ۱/۵ درصد به‌عنوان یک پلت‌چسبان جهت افزایش کیفیت پلت قابل استفاده است. ضرورت مطالعات بیشتر در زمینه استفاده همزمان از بنتونیت سدیم و پودر ضایعات کشتارگاهی طیور جهت اطمینان از نتایج به‌دست‌آمده در سایر دوره‌های پرورش جوجه‌های گوشتی احساس می‌شود.

جدول ٦- تأثیر پلت‌چسبان و پودر ضایعات کشتارگاهی طیور بر چربی‌های سرم خون جوجه‌های گوشتی (میلی‌گرم بر دسی‌لیتر)[۱]

Table 6- The effect of pellet binder and PBM on serum fats of broiler chickens (mg/dl)[1]

		سطح Level	کلسترول Cholesterol	HDL	LDL	تری‌گلیسرید Triglyceride
اثرات اصلی Main effects	پلت‌چسبان Pellet binder	0	55.87	34.04	16.95	30.50^{b}
		1.5	67.37	39.58	18.50	47.32^{a}
		3	69.83	40.04	19.95	53.33^{a}
	پودر ضایعات کشتارگاهی طیور PBM	0	55.29^{b}	33.79^{b}	15.52^{b}	35.41^{b}
		5	44.25^{b}	24.79^{b}	14.79^{b}	31.62^{b}
		10	93.54^{a}	55.08^{a}	25.37^{a}	64.12^{a}
	خطای استاندارد SEM		4.565	3.318	1.330	4.871
	پلت‌چسبان Pellet binder	ضایعات کشتارگاهی PBM				
اثرات متقابل Interactions	0	0	60.25^{b}	38.37^{bc}	15.50^{bc}	38.38^{c}
	1.5	0	63.50^{b}	36.25^{c}	16.62^{bc}	38.25^{c}
	3	0	42.13^{c}	26.75^{c}	13.62^{c}	29.63^{c}
	0	5	42.88^{c}	25.25^{c}	14.62^{c}	24.75^{c}
	1.5	5	33.63^{c}	17.87^{cd}	13.37^{c}	25.25^{c}
	3	5	56.25^{bc}	31.25^{c}	16.38^{bc}	44.88^{bc}
	0	10	64.50^{b}	38.50^{bc}	20.75^{ab}	28.38^{c}
	1.5	10	105.00^{a}	64.62^{a}	25.50^{ab}	78.50^{ab}
	3	10	111.13^{a}	62.12^{a}	29.87^{a}	85.50^{a}
	خطای استاندارد SEM		7.907	5.436	2.304	8.437
	ارزش معنی‌داری P-value					
	پلت‌چسبان Pellet binder		0.0775	0.3288	0.2877	0.0045
	پودر ضایعات کشتارگاهی PBM		0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
	پودر ضایعات کشتارگاهی × پلت‌چسبان PBM		0.0001	0.0001	0.0001	0.0001

[۱] میانگین‌های هر ستون با حروف غیر مشابه دارای اختلاف معنی‌دار می‌باشند (P<۰/۰۵).

[1] Means within same column with different superscripts differ (P<0.05).

References

1. Abbasi Pour, A. R., Kermanshahi, H., & Golian, A. (2021). Effects of conditioning time and activated sodium bentonite on pellet quality, performance, intestinal morphology, and nutrients retention in growing broilers fed wheat-soybean meal diets. *Animal Feed Science and Technology*, 277, 114955.https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2021.114955.
2. Abdollahi, M. R., Ravindran, V., Wester, T. J., Ravindran, G. and Thomas, D. V., (2013). Influence of pellet diameter and length on the quality of pellets and, performance, nutrient utilization and digestive tractdevelopment of broilers fed wheat-based diets. *British Poultry Science*, 54(3), 337-345. https://doi.org/10.1080/00071668.2013.780285.
3. Abdollahi, M. R., Ravindran, V., Wester, T. J., Ravindran, G., & Thomas, D. V. (2010). Influence of conditioning temperature on the performance, nutrient utilization and digestive tract development of broilers fed on maize-and wheat-based diets. *British Poultry Science*, *51*(5), 648-657. DOI: 10.1080/00071668.2010.522557.
4. Amerah, A. M., Ravindran, V., Lentle, R. G., & Thomas, D. G. (2007). Influence of feed particle size and feed form on the performance, energy utilization, digestive tract development, and digesta parameters of broiler starters. *Poultry Science*, *86*(12), 2615-2623. https://doi.org/10.3382/ps.2007-00212.
5. Attar, A., Kermanshahi, H., & Golian, A. (2018). Effects of conditioning time and sodium bentonite on pellet quality, growth performance, intestinal morphology and nutrient retention in finisher broilers. *British poultry science*, 59(2), 190-197. DOI: 10.1080/00071668.2017.1409422.
6. Attar, A., kermanshahi, H., golian, A. (2017). Effects of conditioning and sodium bentonite on performance, relative weight of different organs and blood parameters of broiler chickens in grower period. *Animal Production,*

19(2), 441-453. (In Persian). https://doi.org/10.22059/jap.2017.61708.

7. Attar, A., Kermanshahi, H., Golian, A., Abbasi Pour, A., & Daneshmand, A. (2019). Conditioning time and sodium bentonite affect pellet quality, growth performance, nutrient retention and intestinal morphology of growing broiler chickens. *British Poultry Science*, *60*(6), 777-783. https://doi.org/10.1080/00071668.2019.1663493.
8. Çenesiz, A. A., Yavaş, İ., Çiftci, İ., Ceylan, N., & Taşkesen, H. O. (2020). Guanidinoacetic acid supplementation is favourable to broiler diets even containing poultry by-product meal. *British Poultry Science*, *61*(3), 311-319. DOI: 10.1080/00071668.2020.1720909.
9. Cordova-Noboa, H. A., Oviedo-Rondón, E. O., Sarsour, A. H., Barnes, J., Sapcota, D., López, D., ... & Braun, U. (2018). Effect of guanidinoacetic acid supplementation on live performance, meat quality, pectoral myopathies and blood parameters of male broilers fed corn-based diets with or without poultry by-products. *Poultry Science*, *97*(7), 2494-2505. DOI: 10.3382/ps/pey097.
10. Ebrahimi, M., Ahmadi, H., & Shariatmadari, F. (2019). Determination of chemical compositions and metabolizable energy of poultry by-product meal. *Animal Production*, *21*(3), 339-348.
11. Frempong, N. S., Nortey, T. N., Paulk, C., & Stark, C. R. (2019). Evaluating the Effect of replacing fish meal in broiler diets with either Soybean meal or poultry by-product Meal on Broiler Performance and total feed cost per kilogram of gain. *Journal of Applied Poultry Research*, *28*(4), 912-918. https://doi.org/10.3382/japr/pfz049.
12. Geshlog-Olyayee, O. M., Jonmohammadi, H., Taghizadeh, A., & Rafat, S. A. (2011). Effects of poultry by-product meal on performance, egg quality and blood parameters of commercial laying hens at the 42-52 weeks of age.
13. Hasan Zadeh Seyedi, A., Janmohamady, H., Hosseinkhani, A., Jasouri, M. (2014). Nutritive value of poultry by-product meal in broiler chickens nutrition. Journal of Animal Science Research, 24(1), 11-22. (In Persian)
14. Hassanabadi, A., Amanloo, H., & Zamanian, M. (2008). Effects of substitution of soybean meal with poultry by-product meal on broiler chickens performance. *Journal of Animal and Veterinary Advances*, *7*. (In Persian)
15. Hicks, T. M., & Verbeek, C. J. R. (2016). Meat industry protein by-products: sources and characteristics. In *Protein Byproducts* (pp. 37-61). Academic Press. https://doi.org/10.1016/B978-0-12-802391-4.00003-3.
16. Izanloo, M., Maghsoudlou, S., & Ghanbari, F. (2021). Investigation on Substitution Possibility of proteinous mixture with soybean-meal and multi-enzyme supplementation on broiler performance. Iranian Journal of Animal Science Research, 14(2), 201-219. DOI:10.22067/IJASR.2021.38307. (In Persian).
17. Jazi, V., Boldaji, F., Dastar, B., Hashemi, S. R., & Ashayerizadeh, A. (2017). Effects of fermented cottonseed meal on the growth performance, gastrointestinal microflora population and small intestinal morphology in broiler chickens. *British poultry science*, *58*(4), 402-408. DOI: 10.1080/00071668.2017.1315051.
18. Keyhani yazdi, H., Hosseini-vashan, S., Afzali, N., Mojtahedi, M., & Allahresani, A. (2019). Effects of physical modification of nanostructure aluminosilicate on growth performance, carcass traits and blood parameters of broiler chicken challenged with *Aflatoxin* B1. *Iranian Journal of Animal Science Research*, *10*(4), 489-500. DOI: 10.22067/IJASR.V10I4.64649. (In Persian)
19. Leiva, A., Granados-Chinchilla, F., Redondo-Solano, M., Arrieta-González, M., Pineda-Salazar, E., & Molina, A. (2018). Characterization of the animal by-product meal industry in Costa Rica: Manufacturing practices through the production chain and food safety. *Poultry science*, *97*(6), 2159-2169. doi: 10.3382/ps/pey058.
20. Loar II, R. E., & Corzo, A. (2011). Effects of feed formulation on feed manufacturing and pellet quality characteristics of poultry diets. *World's Poultry Science Journal*, *67*(1), 19-28. DOI: https://doi.org/10.1017/S004393391100002X.
21. Meeker, D. L., & Meisinger, J. L. (2015). Companion Animals Symposium: Rendered ingredients significantly influence sustainability, quality, and safety of pet food. *Journal of Animal Science*, *93*(3), 835-847. DOI: 10.2527/jas.2014-8524.
22. Mekonnen, T., Mussone, P., & Bressler, D. (2016). Valorization of rendering industry wastes and co-products for industrial chemicals, materials and energy. *Critical Reviews in Biotechnology*, *36*(1), 120-131. doi: 10.3109/07388551.2014.928812.
23. Nadziakiewicza, M., Kehoe, S., & Micek, P. (2019). Physico-chemical properties of clay minerals and their use as a health promoting feed additive. *Animals*, *9*(10), 714. https://doi.org/10.3390/ani9100714.
24. Netto, M. T., Massuquetto, A., Krabbe, E. L., Surek, D., Oliveira, S. G., & Maiorka, A. (2019). Effect of conditioning temperature on pellet quality, diet digestibility, and broiler performance. *Journal of Applied Poultry Research*, *28*(4), 963-973. https://doi.org/10.3382/japr/pfz056.
25. Park, C. S., Naranjo, V. D., Htoo, J. K., & Adeola, O. (2020). Comparative amino acid digestibility between broiler chickens and pigs fed different poultry by-products and meat and bone meal. *Journal of Animal Science*, *98*(7), skaa223. doi: 10.1093/jas/skaa223.
26. Pasha, T. N., Mahmood, A., Khattak, F. M., Jabbar, M. A., & Khan, A. D. (2008). The effect of feed supplemented with different sodium bentonite treatments on broiler performance. *Turkish Journal of Veterinary and Animal*

Sciences, *32*(4), 245-248.
27. Payne, J., Rattink, W., Smith, T., Winowiski, T., Dearsledy, G., & Strøm, L. (1994). The pelleting handbook. *A guide for production staff in the compound feed industry. Borregaard Lignotech*. *Sarpsborg*.
28. Ravindran, V., Hew, L. I., Ravindran, G., & Bryden, W. L. (2005). Apparent ileal digestibility of amino acids in dietary ingredients for broiler chickens. *Animal Science*, *81*(1), 85-97. DOI: https://doi.org/10.1079/ASC42240085.
29. Sahraei, M., Lotfollahian, H., & Ghanbari, A. (2012). Effect of poultry by product meal on performance parameters, serum uric acid concentration and carcass characteristics. *Iranian Journal of Applied Animal Science, 1*(2), 73-77.
30. Saleh, A. A., Elnagar, A. M., Eid, Y. Z., Ebeid, T. A., & Amber, K. A. (2021). Effect of feeding wheat middlings and calcium lignosulfonate as pellet binders on pellet quality growth performance and lipid peroxidation in broiler chickens. *Veterinary Medicine and Science*, *7*(1), 194-203. doi: 10.1002/vms3.344. Epub 2020 Aug 19.
31. Svihus, B., Kløvstad, K. H., Perez, V., Zimonja, O., Sahlström, S., Schüller, R. B. & Prestløkken, E. (2004). Physical and nutritional effects of pelleting of broiler chicken diets made from wheat ground to different coarsenesses by the use of roller mill and hammer mill. *Animal Feed Science and Technology*, *117*(3-4), 281-293. https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2004.08.009.
32. Taherparvar, G., Seidavi, A., Asadpour, L., Payan-Carreira, R., Laudadio, V., & Tufarelli, V. (2016). Effect of litter treatment on growth performance, intestinal development, and selected cecum microbiota in broiler chickens. *Revista Brasileira de Zootecnia*, *45*, 257-264. https://doi.org/10.1590/S1806-92902016000500008.
33. Toroghian, M., & Vakili, R. (2015). The effect of physical form of feed on performance and nutritional behaviors in broilers. *Iranian Journal of Animal Science Research*, *6*(4), 359-364. doi: 10.22067/IJASR.V6I4.26851. (In Persian)
34. Wang, X., Peebles, E. D., & Zhai, W. (2014). Effects of protein source and nutrient density in the diets of male broilers from 8 to 21 days of age on their subsequent growth, blood constituents, and carcass compositions. *Poultry Science*, *93*(6), 1463-1474. doi: 10.3382/ps.2013-03838.
35. Zampiga, M., Laghi, L., Petracci, M., Zhu, C., Meluzzi, A., Dridi, S., & Sirri, F. (2018). Effect of dietary arginine to lysine ratios on productive performance, meat quality, plasma and muscle metabolomics profile in fast-growing broiler chickens. *Journal of Animal Science and Biotechnology*, *9*(1), 1-14. Doi: 10.1186/s40104-018-0294-5.